

**EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A**  
**PT SI-A : TRAIN D'ATTERRISSAGE D'HÉLICOPTÈRE**

Durée : 5 heures

**PRESENTATION DU SUJET**

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 5 pages ;
- du travail demandé (parties A, B, C, D et E) : 14 pages ;
- des annexes : 8 pages ;
- du cahier réponses à rendre : 24 pages.

Cette étude était l'occasion de traiter une problématique de sciences industrielles pour l'ingénieur en cinq parties indépendantes constituées de nombreuses questions émaillées de résultats intermédiaires évitant les blocages :

- **la Partie A** (durée conseillée 40 min) proposait de décrire la structure topo-fonctionnelle du système en mettant en œuvre des outils d'analyse et de communication (diagrammes SADT et FAST). Cette description permettait d'appréhender les interactions entre les différents éléments constitutifs du système. Une analyse de l'architecture du système permettait de mettre en évidence les problèmes de rigidité et de justifier les choix du constructeur ;
- **la Partie B** (durée conseillée 1h30) s'attachait à construire un modèle de la structure de l'hélicoptère en vue d'appréhender son comportement en relation avec le cahier des charges ;
- **la Partie C** (durée conseillée 1h) consistait à déterminer les lois de comportement de la structure définie dans la partie B afin d'obtenir un modèle sous la forme d'un schéma blocs du comportement global de l'hélicoptère et du train d'atterrissage. Une simulation permettait d'observer la réponse à une sollicitation modélisant la phase d'atterrissage et de montrer que le cahier des charges n'était pas satisfait ;
- **la Partie D** (durée conseillée 45 min), s'intéressait à la solution mise en œuvre par le constructeur dans le but d'améliorer les performances du train d'atterrissage. Cette partie mettait en place un modèle du comportement de la chaîne fonctionnelle complète comportant un actionneur ajouté en parallèle à l'amortisseur initial ;
- **la Partie E** (durée conseillée 45 min), traitait de l'optimisation du réglage de la commande de la chaîne asservie modélisée dans la partie précédente. Une simulation permettait de conclure sur la réussite du réglage.

**COMMENTAIRES GENERAUX**

Le sujet abordait au travers de la construction d'un modèle de comportement, une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de classe préparatoire. Certaines questions plus ouvertes permettaient aux candidats de mettre en œuvre les compétences développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

La progressivité des difficultés et quelques résultats intermédiaires devaient permettre à tous les candidats d'aborder l'ensemble du sujet. Globalement la construction de l'épreuve a amené un grand nombre de candidats à balayer l'ensemble des parties. En revanche il est regrettable que le cahier réponse soit souvent utilisé comme brouillon ou réduit à de simples résultats sans qu'aucune justification ni explication de la méthode utilisée ne soit clairement indiquée. Ceci pénalise les candidats qui par ailleurs savent traiter la question.

On trouve des copies dans lesquelles le candidat récite son cours sans chercher à résoudre la question posée. Rappelons que les compétences ne se résument pas à de simples connaissances.

La qualité « graphique » des copies est globalement satisfaisante. Les candidats n'ont pas toujours pris soin d'utiliser les notations proposées, notamment pour les questions mettant en œuvre les connaissances de dynamique des solides. Le jury a tenu compte, comme il était précisé sur la page de garde du sujet, de l'effort de certains candidats à traiter dans sa continuité et correctement une partie entière. Un bonus de points a ainsi été attribué aux copies prenant en compte cette consigne.

Il est important de rappeler qu'un résultat numérique sans unité explicite n'a ni sens ni valeur et ne rapporte donc aucun point. Trop de candidats persistent cependant dans cette voie.

Sur un sujet qui ne présentait pas de difficultés majeures, mais qui balayait une partie importante du programme de seconde année, il ressort que de nombreux candidats n'ont acquis qu'une partie des connaissances. On ne peut qu'encourager les futurs candidats à travailler l'ensemble des connaissances, notamment dans l'optique des changements de programme qui prendront effet l'année prochaine.

## COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

### **Partie A – Analyse fonctionnelle et structurelle**

**Diagrammes SADT** : Cette question qui demandait une analyse fine du système, n'a pas été traitée correctement par de nombreux candidats.

**Diagramme FAST** : Cette question a été traitée par la majorité des candidats, mais avec les mêmes difficultés que pour les diagrammes SADT.

**Analyse de la structure mécanique** : La détermination du degré de mobilité est globalement correcte. En revanche trop peu de candidats n'ont considéré que la chaîne fermée dans le calcul du degré d'hyperstatisme. Quant aux propositions de modification du modèle pour qu'il devienne isostatique, elles dénotent bien souvent un manque de connaissances à ce sujet pour une part importante des candidats.

### **Partie B – Modélisation structurelle et comportementale**

Cette partie faisait appel à la mise en œuvre dans des situations basiques du principe fondamental de la dynamique. Il s'avère que les candidats, à quelques rares exceptions, ne jugent pas utile de procéder avec rigueur. Les notations sont souvent imprécises et les bilans d'actions mécaniques incomplets ou absents. Il s'en suit des erreurs graves comme l'apparition du couple de rappel dans le théorème de la résultante dynamique.

### **Partie C – Modélisation du comportement du train principal**

Cette partie menait à un modèle de connaissance du système sous la forme d'un schéma bloc afin d'estimer les performances du système et de préparer l'élaboration d'une commande permettant d'optimiser ce comportement vis-à-vis du cahier des charges.

La démarche était imposée par le sujet et quelques résultats intermédiaires permettaient de ne pas bloquer les candidats dans le traitement de cette partie. Il était donc attendu une grande rigueur dans l'écriture des équations issues du principe fondamental de la dynamique ou du théorème de l'énergie puissance, ce qui n'a pas été le cas pour de nombreux candidats.

### **Partie D – Modélisation d'une commande semi-active de l'amortisseur**

Cette partie proposait d'élaborer une commande asservie d'un amortisseur semi-actif implanté en parallèle du système initial.

L'identification du comportement de la servovalve n'a généralement pas posé de problèmes majeurs aux candidats. En revanche, l'analyse des risques d'instabilité d'une fonction de transfert montre soit une méconnaissance des critères, soit une confusion entre eux et ce pour une part importante des candidats.

La simplification de la fonction de transfert par l'analyse des pôles et des zéros a également mis en difficulté de nombreux candidats.

## **Partie E – Optimisation du correcteur de la commande de l'amortisseur**

Cette partie qui permettait de clore l'étude et le sujet a été abordée rapidement ou pas du tout. Les connaissances mises en jeu dans les questions étaient très classiques dans le domaine des correcteurs. Cependant seuls les meilleurs candidats ont apporté des réponses satisfaisantes aux questions posées.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Il est conseillé aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées. L'évaluation porte sur les compétences acquises en Sciences de l'ingénieur pendant les deux années de préparation (dont la première...).

Les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité montrant alors des compétences manifestes plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par-ci par-là. Il ne faut pas oublier également que la gestion du temps reste essentielle dans une épreuve de concours.

Le cahier réponse ne doit pas être utilisé comme un cahier de brouillon, ni se limiter à un simple catalogue de réponses. Les candidats doivent se préparer à justifier le plus précisément possible les réponses apportées aux questions posées.

Il est également conseillé aux candidats de s'approprier les outils d'analyse et de communication. Le poids et l'impact sur la compréhension du sujet, de la partie consacrée à l'analyse du système est loin d'être négligeable. A ce sujet, l'outil SysML devra être connu pour les sessions futures.

Ne pas oublier que l'étude des performances d'un système asservi commence par s'assurer de sa stabilité. La connaissance du concept et des outils d'évaluation sont donc essentiels.

La recherche du comportement mécanique (cinématique, cinétique, dynamique...) des mécanismes doit s'appuyer sur des méthodes rigoureuses. Les notations doivent être précises et complètes et l'application d'un principe ou d'un théorème suppose la définition d'un ensemble isolé et la mise en place d'un bilan exhaustif des actions mécaniques.

Même si la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation. Encadrer les résultats est de ce point de vue le minimum requis. Il est en effet impensable qu'un candidat qui souhaite montrer ses capacités ne le fasse pas dans les meilleures conditions, tout comme il chercherait à se présenter avantageusement lors d'un entretien d'embauche.

## EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B ÉTUDE D'UN SYSTEME DE TRANCANNAGE

Durée : 6 heures

### PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude d'un système de trancannage, permettant d'enrouler régulièrement un fil de section rectangulaire en sortie de laminoir sur une bobine. Ce système est conçu et commercialisé par la société REDEX Strip and Wire Industry.

Le produit comporte trois chaînes fonctionnelles dont deux sont dépendantes. La première permet de charger/décharger les bobines afin de permettre leur manutention et n'était pas étudiée dans l'épreuve. La deuxième permet la mise en rotation de la bobine destinée à enrouler le fil sur la bobine sachant que la vitesse d'enroulement du fil sur la bobine est imposée par la vitesse en sortie de laminoir. La troisième chaîne permet d'obtenir le déplacement en translation de l'ensemble d'enroulement le long de l'axe de la bobine de telle sorte que le pas d'enroulement du fil soit égal à sa largeur. Le sujet propose d'étudier ces deux dernières chaînes, en particulier les lois de mouvement lors des allers-retours permettant d'obtenir un enroulement correct. La translation de l'ensemble d'enroulement résulte de la rotation d'un arbre motorisé qui entraîne, par l'intermédiaire d'un système poulies courroie, un système vis-écrou à billes. Par ailleurs, compte tenu des efforts et de la précision requise, la liaison entre l'ensemble d'enroulement et le bâti est réalisée par 6 patins à billes. Ce sont les critères de dimensionnement permettant le choix de ces différents composants de transmission et de guidage qui sont étudiés dans la première partie de cette épreuve. Une fois les choix validés, la seconde partie de l'épreuve consiste à proposer une solution constructive pour cette chaîne de transmission.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Notice justificative 52,5 %
- Dessin d'étude de construction mécanique 47,5 %

Thématiquement, sur la notice justificative, la répartition de la notation a été faite de la manière suivante :

- Etude de l'entraînement en translation Q1 à Q12 15,8 %
- Etude du guidage en translation Q13 à Q25 18,6 %
- Etude de la transformation de mouvement Q26 à Q37 18,1 %

### COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long, les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur l'ensemble de leurs compétences et montrer leur capacité à aborder un problème dans sa globalité. Une lecture complète du sujet est conseillée en début d'épreuve afin de s'imprégner du sujet.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques étaient délicates et demandaient donc une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance a été appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne posait pas de difficulté particulière de compréhension.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 65 % des questions, au moins 10 % des candidats obtiennent le maximum des points).

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie, avec une préférence pour les parties calculatoires (résistance des matériaux).

Les candidats ont fréquemment abandonné la notice justificative pour se consacrer au dessin : ils obtiennent en moyenne 42 % de leurs points sur la notice et 58 % sur le dessin d'étude de construction mécanique.

## **ANALYSE PAR PARTIE**

### **Remarques sur la partie notice justificative**

#### **Remarques générales :**

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties sont intégralement non traitées par certains candidats.

Le jury déplore que les candidats ne soient pas plus familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse : beaucoup trop d'entre eux ont eu visiblement un raisonnement juste mais ne répondent pas précisément à la question posée (donnent l'expression littérale au lieu de l'application numérique – et inversement - ou n'expriment pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement. Par ailleurs, quelques candidats passent beaucoup de temps à justifier leurs résultats alors même que ce n'est pas explicitement requis.

#### Étude de l'entraînement en translation :

Cette partie, portant sur l'entraînement en translation du système de bobinage, a été abordée par la quasi totalité des candidats. Le choix des unités pour les vitesses de rotation (en tours par minutes) a perturbé de nombreux candidats : seuls un tiers d'entre eux obtient le maximum de points à la première question où il s'agissait de relier la vitesse en sortie de laminoir à la vitesse de rotation de la bobine, et par conséquent seuls 10 % parviennent à conclure sur le choix du moteur à la troisième question. Dans la suite, la question 5 est la mieux traitée avec un tiers de bonnes réponses. Les autres questions conduisant les candidats à cumuler leurs erreurs, notamment car la relation cinématique pour une vis à filet à droite est mal connue. Les questions 10, 11 et 12 pourtant indépendantes, mais qui demandaient un recul important pour déterminer les points de fonctionnement du moteur, ont été très peu traitées par les candidats.

#### Étude du guidage en translation :

La première question portait sur l'hyperstatisme du système de guidage et a été correctement traitée par un tiers des candidats. La deuxième question de cotation n'a rapporté le maximum de points qu'à un peu plus de 10% des candidats par manque de rigueur dans l'écriture des spécifications. A la troisième question, seuls 15% des candidats connaissent la relation entre couple et effort pour une vis. Le principe fondamental demandé à la question 16 est bien appliqué, près de 30% des candidats obtiennent la note maximale alors que trop de candidats n'expriment pas leurs résultats en fonction des variables géométriques spécifiées. La question 17 portant sur le torseur des petits déplacements a été correctement traitée par plus de 20% des candidats. Les questions suivantes (18, 19 et 20) qui en découlaient ont été très peu abordées. 10% des candidats ont remarqué que la question 21 était indépendante et obtiennent ainsi des points. Les questions suivantes portant sur la durée de vie des patins sont globalement mal traitées, souvent parce que les applications numériques ne sont pas effectuées ou fausses (beaucoup de problèmes d'unités encore une fois).

### Étude de la transformation de mouvement :

La partie démarrait avec deux questions de matériau et de traitement thermique complètement indépendantes et bien identifiées comme telles par les candidats puisque presque tous les ont abordées. Les réponses ont été assez hétérogènes, puisque l'on a à la fois plus d'un quart de bonnes réponses mais aussi beaucoup de réponses farfelues (en termes de composition ou de nom des composés) à la question 26. Les questions de résistance des matériaux (28 à 32) qui suivent ont été plutôt très bien traitées par les candidats également puisque 55% d'entre eux obtiennent le maximum des points à la question 28 et près d'un tiers d'entre eux à tout ce groupe de questions. La question 33 qui demandait des développements calculatoires importants n'a presque pas été traitée, mais n'a pas été pénalisante pour la suite car des résultats intermédiaires étaient fournis. Ainsi presque 20% des candidats répondent **correctement** à la question 34 et plus de 10% à la question 36. Les conclusions demandées en question 37 ont, par contre, été très souvent partielles, les candidats ayant oublié une partie des critères de dimensionnement de la vis.

### **Remarques sur la partie « dessin d'étude de construction mécanique »**

#### **Remarques générales :**

Le dessin était constitué de deux zones, dans lesquelles devaient être représentées :

- Des éléments du système de transformation de mouvement de la rotation du moteur vers la translation du système de bobinage : liaisons encastrement poulies/arbres, guidage en rotation par éléments roulants de la vis, montage de l'écrou à billes sur le châssis mobile, montage des spirales de protection, fixation du codeur absolu sur la vis ;
- Une représentation en perspective de la pièce permettant de réaliser une liaison complète entre le corps du codeur absolu et le châssis fixe.

Les candidats semblent ne pas avoir eu de difficulté à appréhender l'environnement.

Les dessins sont globalement d'une qualité satisfaisante, laissant peu d'ambiguïté sur les solutions techniques proposées par les candidats.

#### Zone 1 : liaisons encastrement entre arbres et poulie

La liaison complète entre un bout d'arbre moteur ISO (épaulé, claveté et percé taraudé en bout) et la première poulie est maîtrisée par seulement 20% des candidats. Plus de 75% d'entre eux ont une solution montable mais beaucoup oublient les arrêts axiaux ou arrêtent axialement la poulie sur le carter du moteur. La liaison complète entre l'axe de la vis et la seconde poulie devait être dessinée en utilisant une frette Tollok qu'il fallait décalquer **à partir de** des documents ressources. Beaucoup de candidats la décalquent dans le sens de la documentation ce qui rend le serrage des vis inaccessible.

#### Zone 1 : montage de roulements

Presque tous les candidats donnent des éléments de solution pour ce montage de roulement. Près de la moitié des candidats ne réalisent pas un montage en « O » mais un montage en « X », ou encore un montage avec un seul roulement ou deux roulements montés dans le même sens. Beaucoup n'utilisent pas les géométries des roulements fournies, qu'il suffit pourtant de décalquer puisqu'elles sont dessinées à l'échelle du calque dans les documents ressources ! Le jury met en garde les candidats à propos de la représentation symbolique des roulements : les candidats qui représentent les roulements uniquement de cette manière se trompent presque systématiquement dans le type de montage (« O » ou « X ») ou dans les arrêts axiaux. Nous incitons donc les candidats à éviter cette technique ou à la limiter à une demi vue. Les arrêts axiaux ainsi que les ajustements doivent être compatibles avec le type de montage et permettre de régler la précharge du montage : **dans les cas où** les arrêts axiaux sont justes, les ajustements sont **souvent** fantaisistes et ne sont pas compatibles avec le réglage du jeu envisagé. Par ailleurs, seul un candidat sur deux propose des solutions valides pour l'étanchéité dynamique. Le lien entre liaison linéaire annulaire

et une bague du roulement rigide à billes non arrêtée axialement n'est pas maîtrisée par de nombreux candidats, moins de 10% obtiennent le maximum de points à cette question.

#### Zone 12 : montage de l'écrou à bille et des spirales de protection

Cette partie a été globalement moins traitée que la précédente mais mieux réussie. L'écrou est bien lié au châssis mobile dans plus de 40% des copies. Le montage des soufflets, dont les spécificités étaient décrites dans la documentation technique, permet près d'un tiers de candidats d'obtenir la note maximale sur ces questions.

#### Zones 1 et 2 : montage du codeur absolu

Il s'agissait ici de dessiner dans la zone 1 le centrage du capteur, dont l'axe (défini dans les documents ressources) est creux et fendu, sur la vis. L'entraînement par adhérence nécessitait d'utiliser le collier de serrage également décrit dans les documents ressources. Si près de 60% des candidats représentent le centrage, seuls 20% obtiennent le maximum de points à cette question en représentant le collier. Dans la zone 2, il était demandé de représenter en perspective une pièce d'adaptation destinée à réaliser la liaison complète entre le corps du codeur et le châssis fixe. Les candidats ayant traité cette question proposent généralement des solutions pertinentes, bien que pas toujours représentées en perspective comme demandé, ce qui a été sanctionné.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Regarder l'ensemble du sujet afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Répondre précisément aux questions posées en différenciant bien expression littérale et application numérique. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise et les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types (par exemple lorsqu'un encastrement par frette est demandé, ne pas réaliser une solution par clavette+vis) mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance de matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique, écriture de tolérances au sens de la norme, désignation des matériaux, réalisation des liaisons élémentaires (encastrement, pivot, méthode pour la réalisation d'un montage de roulements)...

Effectuer les applications numériques en dépit de l'interdiction des calculatrices et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : le résultat est-il plausible vis-à-vis du produit étudié ?

Développer leur culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.

## **EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C EOLIENNE OFF-SHORE.**

Durée : 6 heures.

### **PRESENTATION DU SUJET**

Le sujet portait sur l'éolienne off-shore Haliade 150 d'Alstom dont la conception a été optimisée pour produire davantage d'énergie et réduire les opérations de maintenance. L'objet de l'étude était la transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique et sa transmission au rotor pour produire l'énergie électrique.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet étaient :

- Partie 1 : Phases de fonctionnement	10 %
- Partie 2 : Transformation de l'énergie éolienne	25 %
- Partie 3 : Transmission du couple	30 %
- Partie 4 : Fabrication du hub	20 %
- Partie 5 : Conception de la liaison hub-nacelle	15%

### **COMMENTAIRES GENERAUX**

Les candidats ont, pour la plupart, abordé l'ensemble des parties à l'exception de la partie 3 qui a été la moins bien traitée.

Du point de vue classement, le sujet a correctement fait son office en répartissant bien les candidats. Le niveau global est toutefois faible avec des lacunes parfois étonnantes.

Le jury insiste sur cette faiblesse du niveau moyen des copies et alerte les candidats sur l'indispensable culture technologique et scientifique de base que l'on est en mesure d'attendre d'un élève en classe préparatoire PT. Une pointe de réflexion et de recul ne nuit pas non plus à la réussite de cette épreuve.

Le jury s'interroge aussi sur les copies de bonne qualité qui font l'impasse totale sur les questions relatives aux procédés de fabrication : stratégie de concours ou désintérêt pour cette partie du programme ?

### **COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'EPREUVE**

#### **Remarques sur la Partie 1 :**

Cette première partie était courte et focalisée sur les procédures d'exploitation de l'éolienne. Les connaissances sur la technologie des capteurs et leur mode de fonctionnement restent approximatives. Certains candidats proposent un système complet avec un corps d'éprouve et une génératrice tachymétrique, mais d'autres se dispersent et exposent le fonctionnement du codeur incrémental...

Les deux graphes sont souvent bien écrits, mais le jury note une fois de plus que certains candidats méconnaissent complètement l'outil graphe et son mode d'écriture. Dans la perspective des nouveaux programmes pour le concours 2015, d'autres outils seront à utiliser pour décrire un processus séquentiel. Espérons que l'usage de ces outils sera au moins aussi bien maîtrisé.

#### **Remarques sur la Partie 2 :**

Une approche externe du système permettait de calculer la puissance maximale produite par l'éolienne. Si les expressions analytiques et les résultats numériques sont plutôt bons, l'analyse qualitative des variations de masse volumique de l'air est souvent farfelue et à l'encontre du bon sens.

La suite portait sur l'étude du triangle des vitesses le long d'une pale. Ces questions ont été moyennement traitées principalement à cause d'erreurs sur la direction de la vitesse relative d'une pale par rapport au vent. Très peu de candidats sont allés au bout de l'étude pour conclure que la pale est nécessairement vrillée compte tenu de la variation continue de cette vitesse en fonction du rayon.

Enfin, les dernières questions au sujet du choix du matériau en utilisant les diagrammes d'Ashby n'ont que trop rarement conduit à la solution attendue, c'est-à-dire l'utilisation de composites à base de fibres de carbone. Une fois de plus, de très nombreuses réponses dénuées de bon sens ont été données, telles que l'emploi de la fonte, du plomb, du béton, etc. Le jury alerte les candidats sur le nouveau programme qui laisse une part importante à ces relations produits-procédés-matériaux.

### **Remarques sur la Partie 3 :**

Cette partie avait pour but d'étudier la conception et la fabrication du HUB. La justification technico- économique d'un couple procédé-matériau est correctement traitée par la moitié des candidats. Pour le reste, on remarque un manque de culture sur les technologies de fabrication.

L'analyse de la cotation est depuis plusieurs années en nette amélioration et cela a été confirmé cette année. Aussi, pour tester davantage les connaissances des candidats, l'exigence du maximum de matière a été introduite dans une perpendicularité. Les résultats ont été très décevants alors même que l'exigence est couramment utilisée dans le cadre des assemblages. Enfin, la partie portant sur l'étude de l'opération de perçage des 150 trous a une nouvelle fois montré les lacunes de l'ensemble des candidats sur l'usinage. Le choix de conditions de coupe dans un tableau issu d'un document constructeur est un échec pour la quasi-totalité des candidats. Cela est relativement inquiétant pour de futurs ingénieurs qui devront s'appuyer sur ce genre de données. Le calcul de l'expression du débit de copeau ou de la puissance consommée a été le plus souvent établi par une analyse dimensionnelle des expressions sans aucun lien avec le procédé et la section de copeau usinée.

### **Remarques sur la Partie 4 :**

La première moitié de cette partie portait sur l'étude de diverses solutions au travers de schémas cinématiques pour transmettre le couple entre le HUB et le rotor. La détermination de l'hyperstatisme a été plutôt bien traitée. La justification d'un couple pur (ou non selon les questions) a déjà posé plus de problèmes. Point étonnant, pour beaucoup, un couple pur est synonyme de moment suivant l'axe, peu importe la résultante. Enfin extrêmement peu de candidats ont reconnu un double joint de Cardan.

La deuxième partie qui traitait du système Pure Torque demandait pour sa part plus d'analyse. Ce fut l'impasse pour une très grande majorité de candidats et lorsque des réponses ont été proposées, elles étaient exemptes de justifications.

### **Remarques sur la Partie 5 :**

La particularité du dessin de cette année résidait dans la dimension du mécanisme, ce qui écartait l'utilisation de certains types d'arrêts axiaux pour les roulements. Malgré cela, la solution reste classique dans son architecture et une très faible partie de la notation était attribuée au choix du type d'arrêt.

Le résultat global est plutôt décevant. Outre le fait que justifier d'une disposition en X ou en O se limite souvent à un raisonnement sur la rigidité, très peu de dessins étaient recevables. Les arrêts manquants, ou les chapeaux assurant tout aussi bien l'arrêt sur une bague intérieure que sur une bague extérieure sont monnaie courante. Que penser aussi des roulements ne respectant pas les dimensions données dans l'énoncé comme ceux à portées coniques inspirés par la morphologie globale de l'arbre ? Il semble que la plupart des dessins ont été faits pour grappiller quelques points sans plus d'état d'âme.

Néanmoins certains dessins de très bonne qualité, tant sur le point de la description de la solution que la qualité graphique, ont été très appréciés.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Il est encore une fois conseillé aux futurs candidats de faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité. Il pourra alors, dans la mesure où beaucoup de parties sont indépendantes, débiter par les parties qui lui semblent les plus évidentes et avoir en mémoire les documents ressources qui lui sont proposés.

Bien que certaines questions soient culturelles, c'est aussi le raisonnement qui est pris en considération.

Enfin, il est fortement conseillé aux candidats de justifier brièvement les démarches et les solutions proposées pour répondre au cahier des charges imposé. Les écritures soignées, l'utilisation de couleurs en particulier pour mettre en valeur les constructions graphiques et faire ressortir les résultats, sont très appréciées. A contrario, les explications confuses, contradictoires ainsi que l'excès de fautes d'orthographe et de grammaire sont pénalisés.